

ОСОБЕННОСТИ ВАКУУМНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ 110 КВ С НЕСКОЛЬКИМИ РАЗРЫВАМИ НА ФАЗУ

Высоковольтная вакуумная коммутационная аппаратура обладает наибольшими дугогасительными свойствами, по сравнению с другими средами. Это свойство порождает возникновение переходных процессов, которые при отсутствии специальных защитных мероприятий могут приводить к возникновению перенапряжений и повреждениям оборудования.

В настоящее время в эксплуатации появились вакуумные выключатели (ВВ) на напряжение 110 кВ. Потребность в вакуумной коммутационной аппаратуре в классе 110 кВ и выше существует благодаря целому ряду преимуществ, в числе которых большой коммутационный ресурс, позволяющий использовать ВВ 110 кВ для управления технологическими режимами металлургических предприятий и широкий диапазон рабочих температур.

На российском рынке представлены несколько типов вакуумных выключателей различной конструкции. Широко распространены следующие производители: НПП Контакт (г. Саратов, Россия), Высоковольтный союз (г. Екатеринбург, Россия), Элвест (г. Екатеринбург, Россия), Joslin (США). ВВ 110 кВ указанных производителей отличаются друг от друга в основном конструкцией и областью применения.

Предприятия Элвест и Joslin производят ВВ 110 кВ для внутренней установки с несколькими (4 и 5 соответственно) разрывами на фазу. То есть каждая фаза вакуумных выключателей 110 кВ производства НПП Элвест и Joslin состоит из нескольких последовательно соединённых вакуумных дугогасительных камер. Эти выключатели имеют большой коммутационный ресурс и эксплуатируются на металлургических предприятиях. В данном случае используются вакуумные камеры на более низкие классы напряжения.

Выключатели производства НПП Контакт и Высоковольтный союз имеют один разрыв на фазу, т.е. в составе одной фазы только одна дугогасительная камера (ДГК). Кроме того НПП Контакт производят вакуумный выключатель 110 кВ с двумя последовательно соединёнными ДГК в фазе. Коммутационный ресурс таких выключателей не превышает 10 000 циклов, а область их применения - сетевые предприятия.

Ниже представлены осциллограммы переходных процессов, зарегистрированные в ходе экспериментальных исследований при отключении печного трансформатора вакуумным выключателям ВВЭЛ-110Б-31,5/1000 (4 разрыва на фазу) на металлургическом предприятии. На рисунке 1 представлена осциллограмма фазных напряжений.

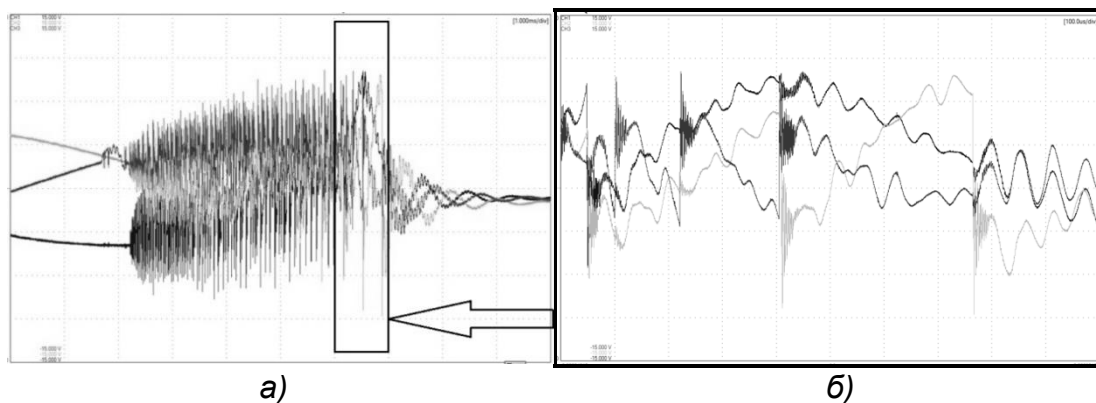


Рисунок 1 - Характерные осциллограммы фазных напряжений на коммутируемом присоединении при отключении печного выключателя вакуумным выключателем ВВЭЛ-110Б-31,5/1000 (RC-цепь демонтирована, цена деления по оси ординат 70,5 кВ, по оси абсцисс: а - 1 мс, б - 0,1 мс).

Осциллограмма на рисунке 1 демонстрируют эскалацию перенапряжений в цикле повторных зажиганий. На основе результатов экспериментальных исследований были отмечены некоторые положительные и отрицательные стороны ВВ 110 кВ с несколькими разрывами на фазу.

После пробоя в любой ДГК фазы многоразрывного выключателя происходит перераспределение напряжений, при котором напряжение, приложенное к контактам каждого модуля, возрастает. Кроме того, во время перераспределения напряжения происходит переходной процесс на контактах каждого модуля. При этом повышается вероятность повторных зажиганий в остальных модулях и соответственно во всей фазе. Ситуация усложняется, если пробой возникает в первых по времени отключаемых модулях, при том что другие еще остаются замкнутыми. Тогда при перераспределении на каждую пару разомкнутых контактов фазы напряжение будет больше. Таким образом, пробой одного модуля фазы при большой разновременности размыкания контактов модулей в фазе при относительно малом напряжении может вызвать пробой всей фазы.

Для исключения этих процессов необходимо добиваться как можно меньшей разновременности в срабатывании модулей в фазе, чтобы эквивалентная СИПН скорость изменения пробивного напряжения (СИПН) была равна сумме СИПН камер каждого модуля. Достаточная синхронизация модулей в фазе может увеличить СИПН во столько раз, сколько модулей установлено в фазе и многократно уменьшить вероятность возникновения повторных зажиганий.

Таким образом, точная настройка синхронности движения контактов ДГК в фазе может обеспечить достаточно большую СИПН при коммутации ВВ 110 кВ с несколькими ДГК в фазе, по сравнению с ВВ 110 с одной ДГК в фазе. Однако обеспечить настройку и поддержание синхронности замыкания/размыкания полюсов в фазе с большим количеством ДГК достаточно сложно.

На рисунке 2 представлена осциллограмма переходного процесса при коммутации воздушной линии с ненагруженными трансформаторами вакуумными выключателями ВБО-110-31,5/2000 и ВБП-110-31,5/2000 (1 и 2 разрыва на фазу соответственно).

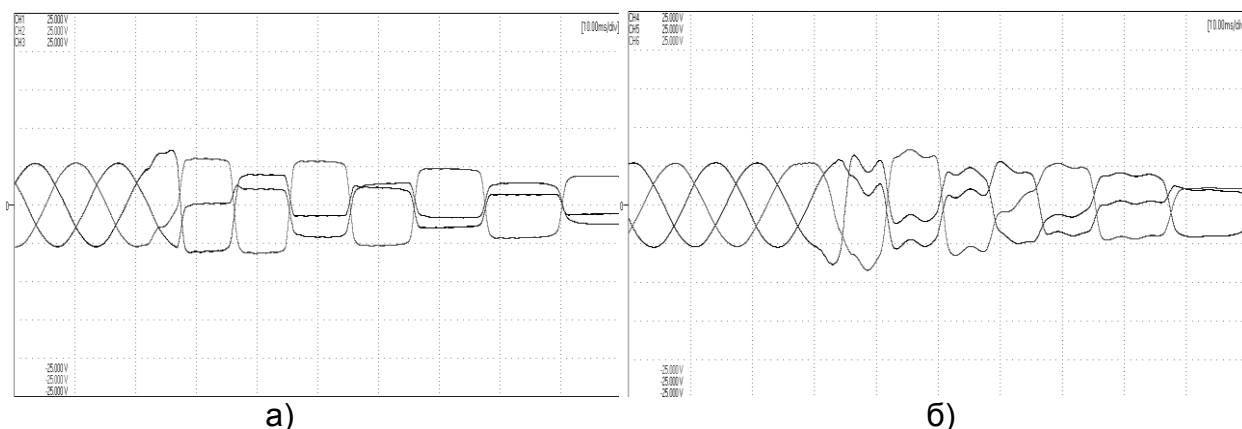


Рисунок 2 - Характерная осциллограмма фазных напряжений на коммутируемом присоединении при отключении ненагруженного трансформатора с воздушной линией вакуумным выключателем ВБО-110-31,5/2000 (а) и ВБП-110-31,5/2000(б) (цена деления по оси ординат 94 кВ, по оси абсцисс - 10 мс).

Повторные зажигания при отключении выключателей ВБП-110-31,5/2000 и ВБО-110-31,5/2000 не зарегистрированы, поскольку в данном случае частота свободной составляющей переходного процесса была низкой и вероятность соответственно была мала.

Эквивалентная скорость подвижных контактов (сумма скоростей всех подвижных контактов в фазе) для выключателей ВБО-110-31,5/2000 и ВБП-110-31,5/2000 составила 4,1 м/с и 3,12 м/с соответственно.

Вакуумные выключатели 110 кВ с небольшим количеством разрывов на фазу лишены недостатков выключателей с большим количеством разрывов и вместе с тем обладают их преимуществами. При двух ВДК в фазе, во-первых, легче обеспечить синхронность работы контактов ВДК в одной фазе, во-вторых, увеличивается СИПН.

Список использованных источников

1. Кадомская, К.П. Электрооборудование высокого напряжения нового поколения. Основные характеристики и электромагнитные процессы -Учебник / Ю.А. Лавров, О.И. Лаптев. - Новосибирск: издательство НГТУ, 2008. -343 с.
2. Защита сетей 6-35 кВ от перенапряжений / Ф. Х. Халилов, Г. А. Евдокунин, В. С. Поляков и др. – СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отд-ие, 2002. – 272 с.
3. Дегтярев И.Л. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. Теоретическое и экспериментальное исследование процессов, сопровождающих коммутации вакуумными выключателями/ И.Л. Дегтярев. – Новосибирск: НГТУ, 2006.
4. Качесов В.Е. Диссертация на соискание ученой степени доктора техн. наук. Однофазные повреждения в сетях среднего и высокого напряжения (теория, меры исследования и меры предотвращения повреждений)/ В.Е. Качесов. – Новосибирск: НГТУ, 2008.
5. Евдокунин Г. А. Современная вакуумная коммутационная техника для сетей среднего напряжения / Г. Тиллер. – СПб.: издательство Сизова М.П., 2000. – 114с.